

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-105964

(43)公開日 平成7年(1995)4月21日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/04

識別記号

庁内整理番号

P

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 ○ L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-248371

(22)出願日 平成5年(1993)10月5日

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 藤井 優孝

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

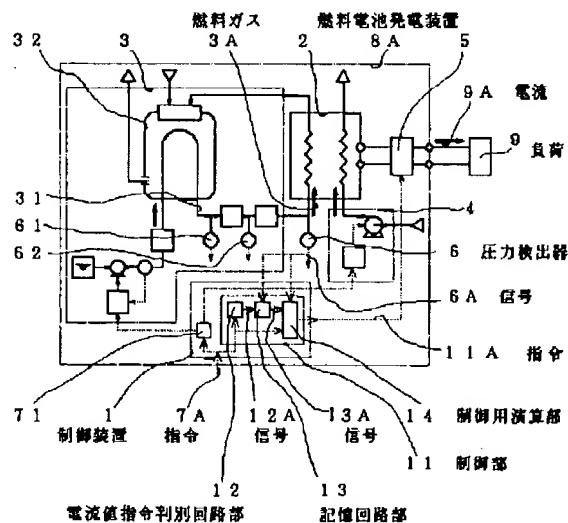
(74)代理人 弁理士 山口 巖

(54)【発明の名称】 燃料電池発電装置およびその制御方法

(57)【要約】

【目的】 出力する電流が変動する場合であっても、ガス欠が発生せず、しかも燃料消費率が增大することの無い燃料電池発電装置およびその制御方法を提供する。

【構成】 燃料電池発電装置 8 A は、従来例の燃料電池発電装置の制御装置が持つ演算部、遅延部に替えて、制御部 1 1 を備える制御装置 1 を用いると共に、供給量情報発信器として燃料ガス 3 A の圧力値に関する信号 6 A を出力する圧力検出器 6 を用いる。制御部 1 1 は、指令 7 A による電流値指令に変化があった場合に変化発生信号 1 2 A を出力する電流値指令判別回路部 1 2 と、信号 1 2 A が出力された場合にその時点の信号 6 A を基本値として記憶し、以降、基本値の信号 1 3 A を出力する記憶回路部 1 3 と、基本値に対する時々刻々の信号 6 A の比率を演算し、この演算された比率に対応させ、負荷 9 に出力すべき電流 9 A の値に関する指令 1 1 A を変換装置 5 に出力する制御用演算部 1 4 を備える。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料ガスと酸化剤ガスとの供給を受けて直流電気を発生する燃料電池と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、燃料電池で発電された直流電気を交流電気または電圧等の異なる直流電気に変換して負荷に供給する変換装置と、負荷に供給を要する電流の値に対応して、燃料ガス供給装置が供給すべき燃料ガス供給量に関する指令を出力する演算部を有する制御装置とを備えた燃料電池発電装置において、

燃料電池発電装置は、燃料電池に供給される燃料ガスを通流する通流路に、燃料ガスの供給量に対応する信号を出力する供給量情報発信器を備え、  
制御装置は、前記の供給量情報発信器から出力された信号を入力し、この信号に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御部を備えていることを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項2】請求項1に記載の燃料電池発電装置において、

制御装置が備える制御部は、制御用演算部と、制御装置20に入力される電流値に関する指令の変化の有無を判別し、指令された電流値に変化が有った場合には変化発生信号を出力する電流値指令判別手段と、基本供給量情報を記憶する記憶手段とを備え、記憶手段は、変化発生信号が電流値指令判別手段から出力された時点以降であって、燃料ガス供給量にまだ変化が生じていない期間における供給量情報発信器が出力している信号を、基本供給量情報として少なくとも新たな変化発生信号が出力されるまで保持するものであり、制御用演算部は、前記の基本供給量情報に対する供給量情報発信器が出力する信号の比率を演算し、この演算された比率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力するものである、  
ことを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項3】請求項1または2に記載の燃料電池発電装置において、

供給量情報発信器は、燃料電池に供給される燃料ガスが通流する通流路に装着され、装着された位置における燃料ガスの持つ圧力値に対応する信号を発信する圧力検出器であることを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項4】燃料ガスと酸化剤ガスとの供給を受けて直流電気を発電する燃料電池と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、燃料電池で発電された直流電気を交流電気または電圧の異なる直流電気に変換して負荷に供給する変換装置と、燃料電池に供給される燃料ガスを通流する通流路に装着され、燃料ガスの供給量に対応する信号を出力する供給量情報発信器と、負荷に供給を要する電流の値に対応して、燃料ガス供給装置が供給すべき燃料ガス供給量に関する指令を出力する演算

2

部と、前記の供給量情報発信器から出力された信号を入力し、この信号に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御部とを有する制御装置とを備えた燃料電池発電装置の制御方法であって、  
制御装置に入力される電流値に関する指令の変化の有無を判別する制御手順と、指令された電流値に変化が有った場合には変化発生信号を出力する制御手順と、変化発生信号が出力された時点以降であって、燃料ガス供給量にまだ変化が生じていない期間における供給量情報発信器が出力している信号を、基本供給量情報として記憶手段に記憶する制御手順と、前記の基本供給量情報に対する変化発生信号が入力された以降の供給量情報発信器が出力する信号の比率を演算する制御手順と、この演算された比率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御手順とからなる、  
ことを特徴とする燃料電池発電装置の制御方法。

【請求項5】請求項4に記載の燃料電池発電装置の制御方法において、

供給量情報発信器は、燃料電池に供給される燃料ガスが通流する通流路に装着され、装着された位置における燃料ガスの持つ圧力値に対応する信号を発信する圧力検出器であることを特徴とする燃料電池発電装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池発電装置に係わり、燃料電池に供給される燃料ガスの供給量に対応させてその電気出力を適切に制御するよう改良された燃料電池発電装置およびその制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、燃料が持っている化学的エネルギーを直接に電気エネルギーに変換する燃料電池が知られるようになり、他のエネルギー機関と比較して、エネルギーの回収効率が比較的高く、しかも炭酸ガスや窒素酸化物等の大気汚染物質の排出量が少ないことから、いわゆるクリーン・エネルギー源として期待されている。この燃料電池としては、これに使用される電解質の種類により、固体高分子電解質型、りん酸型、熔融炭酸塩型、固体炭酸物型などの各種の燃料電池が既に知られている。

【0003】以下に、電解質としてりん酸を用いているりん酸型燃料電池を主たる対象として、従来例による燃料電池発電装置およびその制御方法について説明する。  
図3は、従来例の燃料電池発電装置の要部の構成をその負荷と共に示すブロック図である。図3において、2は周知のりん酸型燃料電池、3はりん酸型燃料電池（以降、単に燃料電池と略称することがある。）2に水素に富んだ燃料ガス3Aを供給する燃料ガス供給装置、4は燃料電池2に酸素を多く含む大気等の酸化剤ガス4Aを供給する酸化剤ガス供給装置、5は燃料電池2が発電し

た直流電気を単相交流電気に変換する周知の変換装置、6、61、62は、それぞれ燃料ガス3Aが流通する供給側の管路31の適所に装着され、設置された位置における燃料ガス3Aが持つ圧力値に対応する信号を出力する周知の圧力検出器、7は制御装置である。燃料電池2、燃料ガス供給装置3、酸化剤ガス供給装置4、変換装置5、圧力検出器6、61、62および制御装置7により従来例による燃料電池発電装置8の主要部が構成されている。なお、燃料電池発電装置8で発電された単相交流電気は、負荷9に供給されて負荷9の動作に使用される。

【0004】燃料ガス供給装置3には、燃料ガス3Aの原料であるこの事例の場合にはメタノールと水との混合液33Aを貯留する貯留槽33と、混合液33Aの供給とその供給量の調整を兼ねる周知の電動ポンプ34と、混合液33Aが流通する管路に装着され、混合液33Aの流量に対応した信号を出力する周知の流量検出器35と、電動ポンプ34を所望の量の混合液33Aを供給させるように制御する制御装置36と、混合液33Aをガス化して原燃料ガス37Aを得るための周知の加熱器37と、原燃料ガス37Aを触媒により改質して燃料ガス3Aを得る燃料改質器32と、燃料改質器32の下流側の管路31に設置されて、燃料ガス3Aに含まれる固形微粉末を除去する周知のフィルタ装置38と、燃料改質器32の下流側になる管路31に設置されて、燃料ガス3A中に存在する過剰な水分を除去する周知の気水分離器39とが備えられている。

【0005】制御装置36には、図3中に示すように、制御装置7からの後記する燃料ガス量指令71Aが入力されると共に、流量検出器35が出力する混合液33Aの流量に対応した信号が入力され、制御装置36はこれ等の信号を基にして、混合液33Aの流量が燃料ガス量指令71Aによる値となるように、電動ポンプ34のフィードバック制御を行っている。

【0006】酸化剤ガス供給装置4には、酸化剤ガス4Aの供給とその供給量の調整を兼ねる周知の電動ブロワ41と、電動ブロワ41を所望の量の酸化剤ガス4Aを供給させるように制御する制御装置42とが備えられている。りん酸型燃料電池2は、既によく知られているように、電解質であるりん酸を含んだ図示しない多孔質の電解質層を間に挟んで対峙して配置された、燃料電極21と酸化剤電極22とからなる単位燃料電池セルの積層体を備えている。りん酸型燃料電池2は、管路31により燃料ガス供給装置3から供給された燃料ガス3Aを燃料電極21に流通させ、また、酸化剤ガス供給装置4から供給された酸化剤ガス4Aを酸化剤電極22に流通させ、電解質層を介して燃料ガス3A中の水素と、酸化剤ガス4A中の酸素とを電気化学反応させることにより、燃料電極21と酸化剤電極22との間に直流電気を発生させる。なお、燃料電極21中を流通して水素を前記の

反応のために消費して、水素濃度が低減した燃料ガス3Aは、燃料ガス供給装置3が備える回収用の管路31A中を流通させて回収される。

【0007】燃料ガス供給装置3が備える燃料改質器32は、内部に改質触媒が充填された改質触媒管321と、管路31Aから供給される水素濃度が低減した燃料ガス3Aと、燃焼用空気ライン322から供給される燃焼用空気を燃焼室323で燃焼させるバーナ324とを備えている。燃料改質器32では、燃料ガス3Aと燃焼用空気との燃焼ガスにより改質反応に適した温度に加熱された改質触媒管321に、ガス状のメタノールと水蒸気の混合ガス体である原燃料ガス37Aを流通させ、改質触媒により水素に富んだ燃料ガス3Aに改質する。燃料ガス3Aは、管路31中を流通し、フィルタ装置38で改質触媒が破損すること等で生じた固形微粉末を除去され、さらに、気水分離器39により余剰な水分が除去されたうえで、燃料電池2に供給されることになる。なお、燃焼室323で燃焼が行われることで生じた燃料排ガスは、燃料排ガスライン325から大気中に排出される。

【0008】制御装置7は、演算部71と、演算部72と、遅延部73とを備えている。演算部71は、図示しない指令元から出力された負荷9に供給すべき電流9Aの値に関する指令7Aを入力し、指令7Aに対応する電流9Aの値を供給できる量の反応ガス（以降、燃料ガス3Aと酸化剤ガス4Aを総称する場合には、このように言うことがある。）量をよく知られたファラデーの法則による理論式を基に演算し、この演算結果に従う燃料ガス量指令71Aおよび酸化剤ガス量指令71Bとを出力する。演算部72は、指令7Aを入力し、指令7Aに対応する変換装置5を制御する制御量を演算し、指令7Aが電流9Aの値を増大させる内容である場合には、この演算結果に従う制御指令72Aを、燃料ガス量指令71Aとほぼ同一のタイミングで遅延部73に出力する。また、演算部72は、指令7Aが電流9Aの値を減少させる内容である場合には、前記の演算結果に従う制御指令72Aを、燃料ガス量指令71Aとほぼ同一のタイミングで、直接、変換装置5に出力する。遅延部73は、指令7Aが電流9Aの値を増大させる内容である場合に、これに対応する前記の制御指令72Aを入力し、後記する遅延時間 $\Delta t_3$ の後に、制御指令72Aと同一内容の指令である制御指令73Aを出力する。

【0009】ところで、燃料ガス量指令71Aが出力された際に、実際に燃料電池2に供給される燃料ガス3Aの供給量が燃料ガス量指令71Aに基づく量に変更されるまでに、燃料ガス供給装置3における前記した混合液33Aの供給量の変更処理にある程度の時間を要すること、あるいは供給量の変更された混合液33Aおよびそれが改質された燃料ガス3Aが、燃料改質器32、フィルタ装置38、気水分離器39、さらには管路31等を

通流して燃料電池2に到達するまでにかなりの時間を要することのために、ある時間が必要である。前記した遅延時間( $\Delta t_3$ )は、これらの時間に対応する時間である。

【0010】変換装置5は、制御装置7が出力する制御指令72A、73Aを入力し、燃料電池2が発電した直流電気を単相交流電気に変換し、指令7Aに基づく値を持つ電流9Aを負荷9に供給する。圧力検出器6、61、62については、圧力検出器6は管路31の燃料電池2の入口部に、圧力検出器61は管路31のフィルタ装置38の入口部に、また、圧力検出器62は管路31の気水分離器39の入口部にそれぞれ装着され、設置された位置における燃料ガス3Aが持つ圧力値に対応する信号6A、61A、および62Aを、図示しない警報装置等へ出力する。燃料ガス3Aが通流する通路の閉塞等により、圧力検出器6、61、62が設置されている位置における燃料ガス3Aの持つ圧力が所定の値を越えると、信号6A、61A、62Aを入力している警報装置は警報を発信して、燃料電池発電装置8の運転に対処を行うよう促すのである。

【0011】前記の構成を備えた従来例による燃料電池発電装置8は、例えば、負荷9に電流値 $I_A$ を持つ電流9Aを供給せよとする指令7Aである指令 $S_A$ が入力されている場合には、制御装置7からは、この指令( $S_A$ )に対応する燃料ガス量指令71Aである指令 $s_A$ が出力されており、燃料ガス供給装置3では、この指令( $s_A$ )を受けて、電流値( $I_A$ )に対応する流量 $q_A$ の混合液33Aが電動ポンプ34により貯留槽33から供給されている。この流量( $q_A$ )の混合液33Aは、加熱器37で加熱されて気化し原料燃料ガス37Aとなって燃料改質器32に供給される。原料燃料ガス37Aが燃料改質器32により供給量 $Q_A$ の水素に富んだ燃料ガス3Aに改質され、フィルタ装置38、気水分離器39を経て燃料電池2の持つ燃料電極21に供給される。また、酸化剤ガス供給装置4では、制御装置7から出力されている指令7Aに対応する酸化剤ガス量指令71Bを受けて、電流値( $I_A$ )に対応する供給量 $Q_A$ の酸化剤ガス4Aが燃料電池2が持つ酸化剤電極22に供給される。燃料電池2では、燃料ガス3Aと酸化剤ガス4Aとの前記の供給量に対応する直流電気が発生されており、この結果、変換装置5からは負荷9に電流値( $I_A$ )の電流9Aが供給されている。なお、この際に遅延部73からは制御指令73Aである指令 $i_A$ が出力されている。以上の状態が図4中に示すタイミングチャートの左側半分に示されている。

【0012】なおここで、圧力検出器6を例に採り、圧力検出器6等が出力している信号について述べる。圧力検出器6は燃料電池2の入口部に位置する管路31に設置されているので、圧力検出器6が検出している圧力値は、供給量( $Q_A$ )の燃料ガス3Aが燃料電池2の持つ

燃料電極21中で発生する圧力降下値にほぼ対応するものである。この圧力降下値は、よく知られているように、供給量( $Q_A$ )の二乗にほぼ比例した関係に有るので、結局、圧力検出器6が出力している信号は、供給量( $Q_A$ )にほぼ対応している信号である。

【0013】この状態で運転していた燃料電池発電装置8に、図4の右側半分に示したように、時刻 $t_0$ で、負荷9に電流値( $I_A$ )よりも大きい値である電流値 $I_B$ を持つ電流9Aを供給せよとする指令値が変化した指令7Aである指令 $S_B$ が入力されたとする。制御装置7からは、ほとんど瞬時に、従ってほぼ時刻( $t_0$ )で、この指令( $S_B$ )に対応する燃料ガス量指令71Aである指令 $s_B$ が出力される。燃料ガス供給装置3では、この指令( $s_B$ )を受けて、混合液33Aの流量を電流値( $I_B$ )に対応する流量 $q_B$ に増量すべく直ちに電動ポンプ34が増速を開始し、比較的短時間で流量( $q_B$ )に到達する。しかし、燃料電池2に供給される燃料ガス3Aの供給量は、前記した理由により時刻( $t_0$ )から遅延時間 $\Delta t_1$ 遅れた時刻 $t_1$ 頃に増量が開始される。その後、燃料ガス3Aの供給量は序々に増量が続き、時刻( $t_0$ )から遅延時間 $\Delta t_2$ だけ遅れた時刻 $t_2$ 頃になって、電流値( $I_B$ )に対応する供給量 $Q_B$ の燃料ガス3Aが燃料電池2に供給されることとなる。

【0014】制御装置7から変換装置5に与えられる制御指令73Aは、上記した燃料ガス3Aの遅延時間( $\Delta t_1$ )、( $\Delta t_2$ )による供給遅れを勘案し、多少の余裕を考慮して遅延時間 $\Delta t_2$ よりもやや長い時間とした遅延時間( $\Delta t_3$ )の経過後の時刻 $t_3$ に制御装置7から、電流値( $I_B$ )に対応する指令 $i_B$ が出力される。これにより、燃料電池発電装置8は、変更された後の指令7Aに基づく電流値( $I_B$ )の電流9Aを負荷9に供給することができることとなる。

【0015】なお、図4を用いた上記の説明では、負荷9に供給する電流9Aを増大する場合について述べたが、電流9Aを減少する場合も、後記するところによる水素に関する利用率が100〔%〕にならないようにするために、次の処置がなされている。すなわち、電流9Aの値を減少させる指令7Aが入力された場合には、制御装置7は、燃料ガス3Aの供給量 $Q$ を低減させる指令71A、および酸化剤ガス4Aの供給量 $Q_A$ を低減させる指令71Bとを出力すると同時に、変換装置5に、遅延部73を経由せずに直接、直接電流9Aの値を減少させる制御指令72Aを出力する。

【0016】ところで、燃料電池2に供給する燃料ガス3Aの供給量( $Q$ )および酸化剤ガス4Aの供給量( $Q_A$ )は、燃料電池2が発電すべき電流9Aに対応する直流電流値に対応して、ファラデーの法則による理論式から求めることができる水素と酸素の理論消費量を基に定められるのが一般である。実際には、供給量( $Q$ )、

( $Q_4$ ) は、前記した理論消費量に対応する量よりも過剰にされているので、理論消費量に対応する供給量( $Q$ )、( $Q_4$ ) の値、実際の供給量( $Q$ )、( $Q_4$ ) の値に対する百分率を利用率と呼んで、この利用率を用いて実際の供給量( $Q$ )、( $Q_4$ ) を管理している。

【0017】燃料電池2には、その出力する電流と電圧の関係が、この利用率に大きく依存するという性質があり、特に、水素に関する〔すなわち供給量( $Q$ )に関する〕利用率が大きくなり100〔%〕に近づくほど、同一出力電流値に対する出力電圧値が低下し、発電効率が低下すると共に、燃料電池2の寿命も短くなる傾向にある。またこれとは逆の、利用率が小さくなることは、同一出力電流値に対する混合液33Aの流量; $q$  (水素に関して)、あるいは酸化剤ガス4Aの供給量( $Q_4$ ) (酸素に関して)を増大させることであり、必要以上の燃料、酸化剤を供給させることで、この必要以上の燃料、酸化剤を供給させることで、電動ポンプ34、電動ブロー41等の補機で消費する電力が増加する等のために燃料電池発電装置8としての効率が低下する。

【0018】これらのことを総合的に勘案して、燃料電池発電装置8では、通常、水素の利用率为70~80〔%〕程度、また、原料が大気であるため安価であり、また改質処理が不要である酸素の利用率は、水素の利用率よりも小さく40~60〔%〕程度に設定している。このために、燃料ガスの供給にあたる燃料ガス供給装置3では、混合液33Aの流量を常時燃料ガス量指令71Aに対応した値とするために、電動ポンプ34に対してはフィードバック制御によりその制御を行っているが、しかし、酸化剤ガス供給装置4では、電動ブロー41に  
30 対しては、勿論フィードバック制御を行っても何ら差し\*

$$\Delta t = \Delta t_3 - \Delta t_2$$

このことは、前記した燃料電池2の持つ性質に対処して、燃料電極21部を通流している燃料ガス3A中の水素含有量を絶対に零にしないようにするためには、止むを得ないことではある。しかし、これにより、少なくとも時間差( $\Delta t$ )の間は、供給量( $Q_3$ )による燃料ガス3Aは供給量( $Q_4$ )の分しか利用されていないことを意味する。また、電流9Aを減少させる場合には、少なくとも遅延時間( $\Delta t_1$ )に相当する時間では、燃料  
40 ガス3Aの一部は電流の発生には寄与しないこととなる。これ等の理由で、指令7Aにより頻繁に電流9Aの値が変更する運転をされる場合には、燃料電池発電装置8の燃料消費率が大幅に増大してしまうことになる。また、

②前記の①項で指摘した時間差( $\Delta t$ )の存在は、電流9Aの値を変更する場合に、その変更に必要な時間〔遅延時間( $\Delta t_3$ )〕がこれに相当する。〕がこの時間差( $\Delta t$ )だけ余分に長くなることでもある。このことは、負荷が要求する電流値の変動に対して、迅速な対応  
50

\*支え無いのであるが、酸化剤ガス供給装置4が利用率が小さい酸化剤ガスを供給するものであるため、燃料電池発電装置8では酸化剤ガス量指令71Bのみに対応するだけの簡単な制御を採用する場合が多いのである。

【0019】燃料ガス3Aの原料としては、前記したメタノールと水との混合液33Aを用いる以外に、例えば、メタノールと水あるいは水蒸気を個別に供給する方式や、原燃料として天然ガス等を用いる方式も知られている。また、変換装置5としては、前記した直流電気を単相交流電気に変換する以外に、直流電気を多相交流電気に変換する装置、また、燃料電池2が発電する出力電流値により電圧が変化する直流電気を、電流値に係わらず一定値の直流電圧を出力する装置等も知られている。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】前記した従来技術による燃料電池発電装置8は、変動する負荷に対して、その変動が比較的に穏やかであるならば、十分安定して負荷9に電力を供給することが可能である。しかし、従来の燃料電池発電装置8においては次記する問題がある。すなわち、

①制御装置7では、例えば、電流9Aを増大させる場合には、変換装置5に対する制御指令73Aを、燃料ガス3Aの供給量( $Q$ )の応答遅れを考慮し、さらに安全を見込んで、燃料ガス量指令71Aよりも遅延時間( $\Delta t_3$ )だけ遅らせて出力しているため、変換装置5から出力される電流9Aは、図4に例示した事例について述べれば、燃料ガス3Aが指令7Aに対応した供給量( $Q$ )に到達後、式(1)による時間差; $\Delta t$ の遅れにより指令7Aに対応した値になるようにしている。

【0021】

【数1】

$$\dots\dots\dots (1)$$

を困難にしている。さらに、

③遅延時間( $\Delta t_2$ )は、前記したような種々の要因により発生するものであるため、その値を正確に算定することは極めて困難なことである。このために、燃料電池発電装置8の製造完成時に試験を実施し、これから得られた遅延時間を基に遅延時間( $\Delta t_3$ )を設定するのが一般である。しかしながら、燃料電池発電装置8を長時間運転するうちに、前記した要因の経年変化あるいは予期せぬ事態の発生等のために、遅延時間( $\Delta t_2$ )が大きく変化して、設定した遅延時間( $\Delta t_3$ )より長くなることを無しとしない。遅延時間( $\Delta t_2$ )が遅延時間( $\Delta t_3$ )よりも長くなると、電流9Aの値を増大する指令7Aが入力された場合に、燃料ガス3Aの供給量が短時間ではあるが不足して、水素に関する利用率が100〔%〕(以降、このことを通称に従い、ガス欠と記述することがある。)になり、燃料電池2を損傷させる可能性が起りえるのである。

【0022】今までは、りん酸型燃料電池を対象にして

燃料電池発電装置の持つ問題点を説明してきたが、燃料電池に固体高分子電解質型燃料電池を採用する場合も、燃料改質器が必要なことから、りん酸型燃料電池の場合とほとんど同一の問題を持っている。また、燃料電池として熔融炭酸塩型、固体酸化物型燃料電池を採用した場合では、一般に燃料改質器は必要としないが、使用する原燃料によっては気化器が必要になる場合があったり、また原燃料源から燃料電池の間が比較的離間している場合が有りえ、こうした場合等にもりん酸型燃料電池の場合と同様の問題が発生するのである。

【0023】この発明は、前述の従来技術の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、出力する電流が変動する場合であっても、ガス欠が発生せず、しかも燃料消費率が增大することの無い燃料電池発電装置およびその制御方法を提供することにある。

【0024】

【課題を解決するための手段】この発明では前述の目的は、

1) 燃料ガスと酸化剤ガスとの供給を受けて直流電気を発生する燃料電池と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、燃料電池で発電された直流電気を交流電気または電圧等の異なる直流電気に変換して負荷に供給する変換装置と、負荷に供給を要する電流の値に対応して、燃料ガス供給装置が供給すべき燃料ガス供給量に関する指令を出力する演算部を有する制御装置とを備えた燃料電池発電装置において、燃料電池発電装置は、燃料電池に供給される燃料ガスを流通する通路に、燃料ガスの供給量に対応する信号を出力する供給量情報発信器を備え、制御装置は、前記の供給量情報発信器から出力された信号を入力し、この信号に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御部を備えてなる構成とする、また

2) 前記1項記載の手段において、制御装置が備える制御部は、制御用演算部と、制御装置に入力される電流値に関する指令の変化の有無を判別し、指令された電流値に変化があった場合には変化発生信号を出力する電流値指令判別手段と、基本供給量情報を記憶する記憶手段とを備え、記憶手段は、変化発生信号が電流値指令判別手段から出力された時点以降であって、燃料ガス供給量にまだ変化が生じていない期間における供給量情報発信器が出力している信号を、基本供給量情報として少なくとも新たな変化発生信号が出力されるまで保持するものであり、制御用演算部は、前記の基本供給量情報に対する供給量情報発信器が出力する信号の比率を演算し、この演算された比率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する構成とする、また

3) 前記1項または2項に記載の手段において、供給量情報発信器は、燃料電池に供給される燃料ガスが流通する通路に装着され、装着された位置における燃料ガス

の持つ圧力値に対応する信号を発信する圧力検出器である構成とする、また

4) 燃料ガスと酸化剤ガスとの供給を受けて直流電気を発電する燃料電池と、燃料電池に燃料ガスを供給する燃料ガス供給装置と、燃料電池に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給装置と、燃料電池で発電された直流電気を交流電気または電圧の異なる直流電気に変換して負荷に供給する変換装置と、燃料電池に供給される燃料ガスを流通する通路に装着され、燃料ガスの供給量に対応する信号を出力する供給量情報発信器と、負荷に供給を要する電流の値に対応して、燃料ガス供給装置が供給すべき燃料ガス供給量に関する指令を出力する演算部と、前記の供給量情報発信器から出力された信号を入力し、この信号に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御部とを有する制御装置とを備えた燃料電池発電装置の制御方法であって、制御装置に入力される電流値に関する指令の変化の有無を判別する制御手順と、指令された電流値に変化があった場合には変化発生信号を出力する制御手順と、変化発生信号が出力された時点以降であって、燃料ガス供給量にまだ変化が生じていない期間における供給量情報発信器が出力している信号を、基本供給量情報として記憶手段に記憶する制御手順と、前記の基本供給量情報に対する変化発生信号が入力された以降の供給量情報発信器が出力する信号の比率を演算する制御手順と、この演算された比率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する制御手順とからなる制御方法とする、さらにまた

5) 前記4項記載の手段において、供給量情報発信器は、燃料電池に供給される燃料ガスが流通する通路に装着され、装着された位置における燃料ガスの持つ圧力値に対応する信号を発信する圧力検出器である制御方法とする、ことにより達成される。

【0025】

【作用】この発明においては、燃料電池発電装置において、前記の構成と、前記の制御方法にすることにより、①負荷に供給する電流の値を変更せよとの指令が制御装置に入力されると、まず電流値指令判別手段は、指令された電流値が変化したことを判別し、変化発生信号を出力する。この変化発生信号を受け取った記憶手段は、記憶すべき基本供給量情報を改めると共に、この新たな基本供給量情報を出力する。制御用演算部は、供給量情報発信器から出力された信号と、前記の新しい基本供給量情報との比率を演算し、この演算された比率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力する。この供給量情報発信器が出力する信号を用いて、基本供給量情報として入力されている供給量情報発信器の出力信号と、時々刻々の供給量情報発信器の出力信号との比率をとることは、とりもなおさず、基本供給量情報を入力した以降の、燃料ガスの供給量の変化倍率

に関する現在値を把握できることである。この燃料ガスの供給量の変化倍率に対応させて変換装置が負荷に出力すべき電流値に関する指令を出力することで、変換装置は、燃料ガスの供給量に従って燃料電池が出力する電流値に対応した値を持つ電流を、負荷に出力することが可能になる。また

②供給量情報発信器として、燃料電池に供給される燃料ガスが通流する通流路に装着され、装着された位置における燃料ガスの持つ圧力値に対応する信号を発信する圧\*

$$p \propto Q^2$$

【0027】

【実施例】以下この発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の一実施例による燃料電池発電装置の要部の構成をその負荷と共に示すブロック図である。図1において、図3に示した従来例による燃料電池発電装置等と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。なお、図1中には、図3で付した符号については、代表的な符号のみを記した。

【0028】図1において、8Aは、図3に示した従来例による燃料電池発電装置8に対して、制御装置7に替えて制御装置1を用いるようにした燃料電池発電装置である。制御装置1は、制御装置7における演算部72および遅延部73に替えて、制御部11を用いるようにしている。制御部11は、電流値指令判別手段である電流値指令判別回路部12と、記憶手段である記憶回路部13と、制御用演算部14とを備えている。また、燃料電池発電装置8Aは、供給量情報発信器として燃料電池発電装置8が警報の発信用として備えていた圧力検出器6を用い、燃料ガス3Aの供給量(Q)の情報として圧力検出器6が出力する燃料ガス3Aが持つ圧力値に対応する信号6Aを用いている。

【0029】電流値指令判別回路部12（以降、単に回路部12と略称することがある。）は、例えば、指令7Aを記憶する記憶回路と、この記憶回路に記憶されている内容と新たな指令7Aとを比較する比較回路とを備え、指令7Aを入力し、指令7Aにより指令された電流値に変化が有った場合には、記憶回路に新たな指令7Aの内容を記憶すると共に、比較回路から変化発生信号12A（以降、単に信号12Aと略称することがある。）を出力する。

【0030】記憶回路部13（以降、単に回路部13と略称することがある。）は、基本圧力値 $p_0$ を記憶する回路であり、圧力検出器6が出力している圧力値 $p$ に対応する信号6Aと、信号12Aとを入力し、回路部12から信号12Aが出力された場合に、その時点で入力されている圧力値 $p$ を基本圧力値 $p_0$ として記憶し、以降、基本圧力値 $p_0$ に対応する信号13Aを出力する。

【0031】制御用演算部14（以降、単に演算部14と略称することがある。）は、指令7A、信号6Aおよ

\*圧力検出器を用いることで、圧力検出器が検出する圧力検出器が設置された位置における燃料ガスが持つ圧力値 $p$ は、よく知られているごとく、燃料ガスの供給量(Q)に対し式(2)の関係があることで、圧力値 $p$ から前記の①項で記述した作用を得るのに必要な供給量(Q)を把握することができるのである。

【0026】

【数2】

$$\dots\dots\dots (2)$$

び信号13Aを入力し、基本圧力値 $p_0$ に対する時々刻々の圧力値 $p$ の比率を演算し、この演算された比率に対応させ、また、式(2)による圧力値 $p$ と燃料ガス3Aの供給量(Q)の関係から燃料ガス3Aの供給量(Q)の現在値を演算し、変換装置5が負荷9に出力すべき電流9Aの値に関する指令11Aを変換装置5に出力する。

【0032】前記の構成を備える制御装置1により制御される燃料電池発電装置8Aの、主要な量のタイムチャートを図2に示す。従来例の燃料電池発電装置8について示したタイムチャートである図4と同一部分には同じ符号を付し、その説明を省略する。燃料電池発電装置8Aに、図2の右側半分に示したように、例えば時刻 $t_0$ で、負荷9に電流値 $I_A$ よりも大きい値である電流値 $I_B$ を持つ電流9Aを供給せよとする指令値が変化した指令7Aである指令 $S_B$ が入力されたとする。この場合、制御装置1の備える演算部71は、従来例による制御装置7の備える演算部71と同一の変更動作を行う。一方、回路部12は、指令7Aが指令 $S_A$ から指令 $S_B$ に変化したことを判別し信号12Aを出力する。信号12Aを受け取った回路部13は、記憶する基本圧力値 $p_0$ を時刻 $t_0$ における圧力値 $p$ に改め、以降、この改められた基本圧力値 $p_0$ に対応する信号13Aを出力する。演算部14は、信号13Aに対する時々刻々に出力される信号6A〔圧力検出器6から出力される圧力値 $p$ に対応する信号である。〕との比率を演算し、この演算された比率に対応させて変換装置5が負荷9に出力すべき電流9Aの値に関する指令11Aを出力する。このために、指令11Aは、燃料ガス3Aの供給量(Q)の時間に対する変化の推移とほとんど同形になる。

【0033】従って、燃料電池2が供給される反応ガスにより出力する直流電流の現在値は、図2中に示されている、変換装置5が負荷9に出力する時々刻々の電流9Aの値に対応したものとなる。これにより、燃料ガス3Aの供給量(Q)に関する遅延時間 $(\Delta t_1)$ 、 $(\Delta t_2)$ が、経年変化等により変化したとしても、変化後の遅延時間 $(\Delta t_1)$ 、 $(\Delta t_2)$ に対応した指令11Aが出力されるので、燃料電池2における水素に関する利用率は、どの時刻においてもほぼ一定にすることがで



き、ガス欠の発生を排除することが可能になると共に、電流の発生に寄与しない燃料ガス3Aが多量に存在する問題を排除することも可能になる。

【0034】また、指令11Aが、燃料ガス3Aの供給量(Q)の時間に対する変化の推移と同形となることにより、従来例の燃料電池発電装置8において存在していた式(1)による時間差( $\Delta t$ )を設ける必要が無くなり、負荷9が要求する電流9Aの値の変動に対して迅速な対応が容易となる。今までの説明では、供給量情報発信器として用いる圧力検出器は、圧力検出器6であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、圧力検出器61や圧力検出器62であってもよいものである。ただし、供給量情報発信器として圧力検出器61や圧力検出器62を採用する場合には、管路31に対する圧力検出器61、62の設置位置から、供給量情報発信器として圧力検出器6を採用する場合と比較して、短い遅延時間で圧力変化に対応する信号の出力が開始される。その時点では、圧力検出器6の場合とは異なり、燃料電池2には変化後による供給量の燃料ガス3Aがまだ到達していない。従って、この場合には、圧力検出器61、62等から出力される信号は、遅延時間が短くなった分を見込んで処理を行う必要がある。

【0035】また今までの説明では、供給量情報発信器は圧力検出器であるとしてきたが、これに限定されるものではなく、例えば、燃料ガスの流量に対応する信号を出力する流量検出器であってもよいものである。ただし、圧力検出器とする場合は従来から警報用等に設置されていた圧力検出器を利用できるのに対し、流量検出器とする場合は新たに燃料ガスを供給する管路等に流量検出器を設置しなければならない。

【0036】

【発明の効果】この発明においては、前述の構成および制御方法として、燃料電池発電装置が出力する電流値が変動を受ける運転状態下であっても、水素に関する利用率をどの時刻においてもほぼ一定にすることができ、またこのことにより、前述した式(1)による時間差( $\Delta t$ )を設ける必要が無くなることにより、次記する効果がある。すなわち、

①燃料ガスの増減の遅延時間が、機器の経時変化等が原

因で長くなったとしても、ガス欠の発生が防止される。また

②燃料電池発電装置が出力する電流値が頻繁に変動される運転状態下であっても、燃料消費率の増大が防止される。また、

③燃料電池発電装置が出力する電流値が頻繁に変動される運転状態下であっても、電流値変更に対する迅速な応答が可能になる。また、

④供給量情報発信器に圧力検出器を用いるようにすることで、前記の①、②、③項による効果を得るのに当たり、従来から警報用等に設置されていた圧力検出器を利用できるので、燃料電池発電装置の構造が複雑化することを防止することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例による燃料電池発電装置の要部の構成をその負荷と共に示すブロック図

【図2】図1による燃料電池発電装置の主要な量のタイムチャート

【図3】従来例の燃料電池発電装置の要部の構成をその負荷と共に示すブロック図

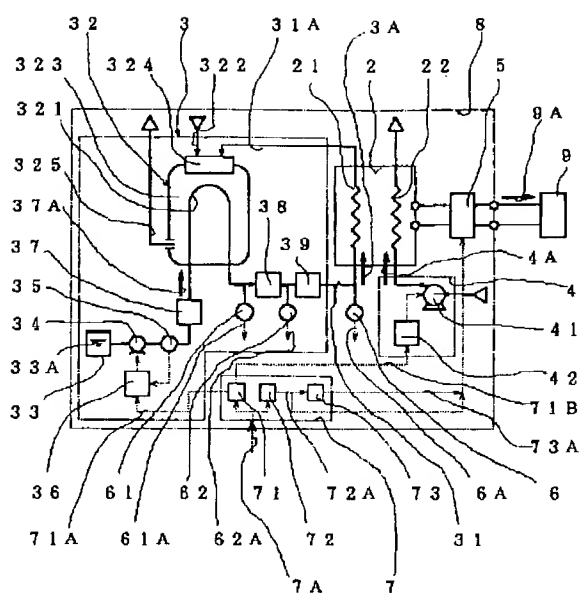
【図4】図3による燃料電池発電装置の主要な量のタイムチャート

【符号の説明】

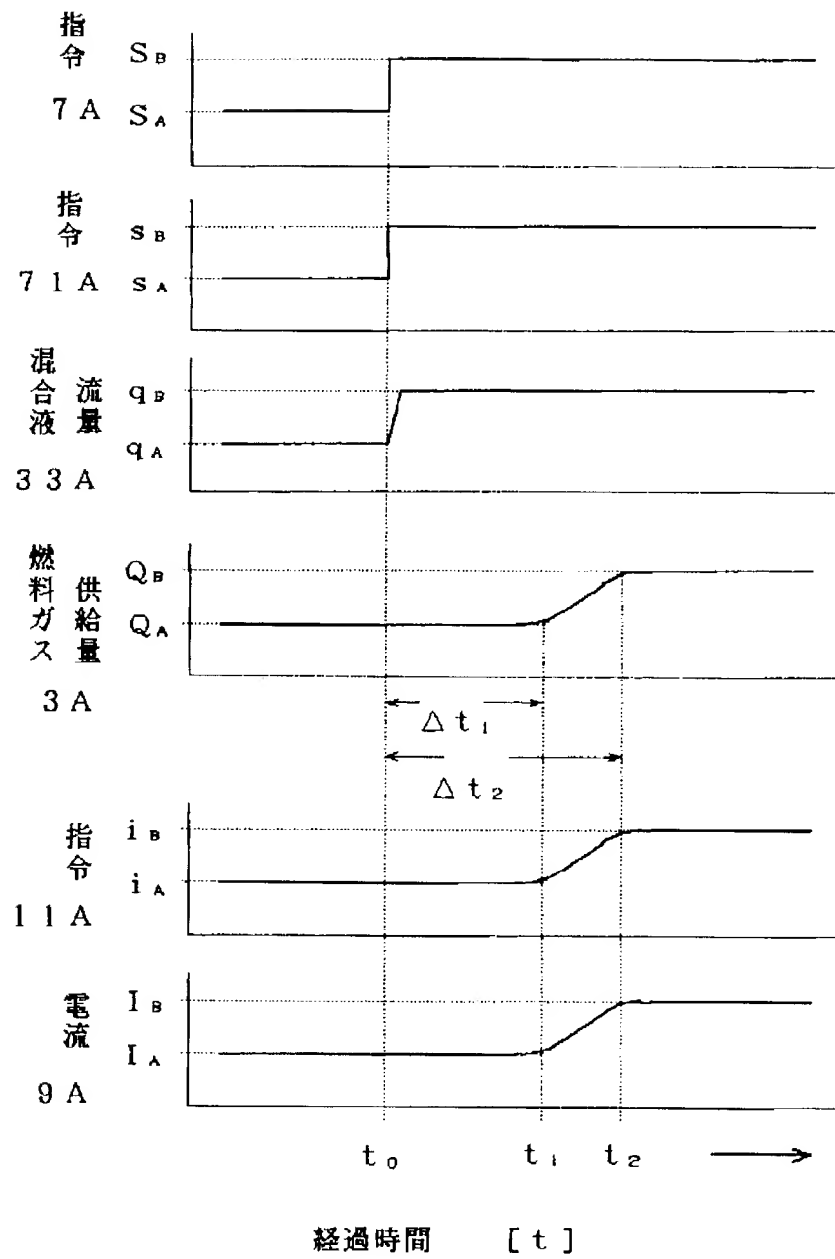
- 1 制御装置
- 11 制御部
- 11A 指令
- 12 電流値指令判別回路部
- 12A 信号
- 13 記憶回路部
- 13A 信号
- 14 制御用演算部
- 3A 燃料ガス
- 6 圧力検出器
- 6A 信号
- 7A 指令
- 8A 燃料電池発電装置
- 9 負荷
- 9A 電流



【図 3】



【図2】



【図4】

